

ANALISIS KUAT TEKAN BETON K 225 MENGGUNAKAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR

Achmad Syarifudin¹⁾, Mega Yunanda²⁾, Cristina Anjani³⁾

¹⁾Dosen Universitas Bina Darma Palembang, ²⁾Dosen Universitas Palembang

³⁾Mahasiswa Universitas Palembang

e-mail: ¹⁾syarifachmad6080@yahoo.co.id

ABSTRAK

Beton merupakan campuran yang bahan penyusunnya terdiri bahan semen hidrolik (portland cemen), agregat halus (pasir), agregat kasar (koral), air dan bahan tambahan (jika diperlukan). Pada penelitian ini material yang digunakan adalah limbah cangkang kelapa sawit (*Palm Kernal Shell*) sebagai pengganti agregat kasar (koral). Limbah cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit, biasanya juga digunakan sebagai tambahan untuk bahan bakar. Penggunaan limbah cangkang kelapa sawit sebagai material beton karena struktur cangkang yang keras dan ujung dari cangkang yang berserabut sehingga dapat diharapkan sebagai pengganti agregat dan pengisi celah pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton pada masing-masing variasi pengganti koral pada campuran beton yang menghasilkan kuat tekan optimum dan agregat halus (pasir) dari sungai musi, sedangkan agregat kasar dari lahat. Pada penelitian ini benda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm, masing-masing umur yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran beton K 225 tersebut dibuat campuran pengganti koral yang bervariasi yaitu dengan campuran Beton Normal, Beton dengan penggantian agregat kasar 5% limbah cangkang kelapa sawit, Beton dengan penggantian agregat kasar 10% limbah cangkang kelapa sawit. dan Beton dengan penggantian agregat kasar 15% limbah cangkang kelapa sawit. Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Dari evaluasi hasil uji kuat tekan yaitu pada campuran beton normal dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 231,73 kg/cm², pada campuran beton dengan penggantian agregat kasar 5% limbah cangkang kelapa sawit, dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 217,39 kg/cm², pada campuran Beton dengan penggantian agregat kasar 10% limbah cangkang kelapa sawit, dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 164,55 kg/cm² dan campuran Beton dengan penggantian agregat kasar 15% limbah cangkang kelapa sawit, dengan dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 153,98 kg/cm². Dari hasil evaluasi kuat tekan beton yang menggunakan penggantian agregat kasar 5%, 10% dan 15% limbah cangkang kelapa sawit tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton normal.

Kata Kunci : Kuat tekan beton, agregat, limbah cangkang kelapa sawit.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan campuran yang bahan penyusunnya terdiri bahan semen hidrolik (portland cemen), agregat halus (pasir), agregat kasar (koral), air dan bahan tambahan (jika diperlukan). Pada penelitian ini material yang digunakan adalah limbah cangkang kelapa sawit (*Palm Kernal Shell*)

sebagai pengganti agregat kasar (koral). Limbah cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit, biasanya juga digunakan sebagai tambahan untuk bahan bakar. Penggunaan limbah cangkang kelapa sawit sebagai material beton karena struktur cangkang yang keras dan ujung dari cangkang yang berserabut sehingga dapat diharapkan

sebagai pengganti agregat dan pengisi celah pada beton.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengelolah limbah kelapa sawit menjadi material penyusun beton, dimana kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Provinsi Sumatera Selatan, khususnya Kabupaten Musi Banyuasin
2. Untuk mempelajari efektifitas penggunaan limbah cangkang kelapa sawit terhadap campuran beton, karakteristik beton, bahan pembentuk beton.
3. Mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton mutu K.225.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari Penelitian ini diharapkan :

1. Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan agregat limbah cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton.
2. Bagi masyarakat secara umum limbah cangkang kelapa sawit dapat dijadikan dan dimanfaatkan sebagai bahan agregat dan campuran komposisi bahan bangunan seperti beton.

1.4. Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan limbah cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton dengan variasi komposisi campuran tertentu.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pekerjaan pengujian – pengujian bahan material dan benda uji kuat tekan di laboratorium. Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton tanpa material tambahan dengan beton yang menggunakan material tambahan limbah cangkang kelapa sawit. perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu;

1. Beton Normal.

2. Beton dengan penggantian agregat kasar 5% limbah cangkang kelapa sawit.
3. Beton dengan penggantian agregat kasar 10% limbah cangkang kelapa sawit.
4. Beton dengan penggantian agregat kasar 15% limbah cangkang kelapa sawit.

Hasil pengujian dari ke empat variabel tersebut dibandingkan nilai kuat tekan dari masing-masing variabel benda uji tersebut sehingga didapatlah nilai kuat tekan yang paling kuat diantara variabel tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Material Penyusun Beton

2.1.1. Semen

Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO₄) kira-kira 2 – 4 % persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 40 kg / 50 kg.

Tabel 2.1. Susunan oksida semen portland

No	Oksida	Persentase
1	Kapur (C _a O ₄)	60 – 65
2	Silika (Si O ₂)	17 – 25
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
5	Magnesia (MgO)	0,5 - 4
6	Sulfur (SO ₃)	1 – 2
7	Soda / portash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 - 1

2.1.2. Agregat

Agregat adalah material granular, seperti pasir, batu pecah, kerikil, dan kerak tungku besi yang dipakai secara bersama-sama dengan menggunakan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolik atau adukan. Arti lain dari agregat adalah material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton.

Sifat-sifat mortar atau beton sangat dipengaruhi agregat, sehingga pemilihan agregat yang tepat penting dalam pembuatan adukan beton (Astanto, 2011).

Dalam campuran beton terdapat dua macam agregat yang digunakan yaitu :

A. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat berupa kerikil hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu kerikil. Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam campuran beton sebagai berikut:

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
3. Kandungan lumpur harus <1%, jika melebihi maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

B. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang memiliki kehalusan 2 mm - 5 mm yang berbutir halus. Agregat halus mempunyai ukuran butir maksimum 4,75 mm sesuai dengan ketentuan SNI 02-6820-2002. Agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu yang dihasilkan oleh pecahan batu. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus berbentuk butir-butir tajam dan keras.
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

2.1.3. Air

Bahan dasar untuk pengikat dalam pembuatan konstruksi struktur beton adalah air. Air akan bereaksi dengan semen dan

menjadi pasta pengikat agregat. Air akan berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri, selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002, syarat air yang dapat digunakan untuk campuran beton yaitu:

1. Air yang digunakan bebas dari bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan – bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan yaitu air yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

2.2. Limbah Cangkang Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah salah satu tanaman industri sebagai penghasil minyak goreng, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunan Kelapa Sawit dilakukan dalam skala besar menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Wikipedia.com/kelapa sawit). Pada penelitian ini bagian kelapa sawit yang digunakan adalah cangkang dari kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit adalah bagian pelindung dari buah kelapa sawit itu yang berstruktur keras.

Salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit dalam jumlah yang cukup besar adalah cangkang kelapa sawit. Cangkang yang di hasilkan mencapai 60% dari produksi minyak. Cangkang kelapa sawit mempunyai komposisi kandungan selulosa (26,27%), hemiselulosa (12,61%), dan lignin (42,96%) (Widarsi,2008).

2.3. Beton

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil dapat dimanfaatkan untuk banyak hal seperti untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat lantai. Dalam teknik sipil hidro, beton yang

digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran dan drainase. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri bahan semen hidrolis (Portland Sement), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) [9]. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

2.4. Rencana Campuran Beton

Perencanaan campuran beton adalah suatu cara untuk menentukan perbandingan bahan-bahan campurannya sedemikian sehingga untuk keadaan tertentu dihasilkan beton dengan sifat - sifat yang diisyaratkan dan dengan harga ekonomis.

2.5. Slump Tes

Pengujian nilai Slump ialah salah satu cara untuk mengukur kecekakan beton segar yang dipakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaannya. dalam pelaksanaannya nilai Slump untuk berbagai pekerjaan pembetonan harus disesuaikan dengan syarat yang sesuai dengan pemakaiannya.

2.6. Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

1. Rumus Kuat tekan beton

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

P = Gaya maksimum dari mesin tekan, kg

A = Luas penampang yang diberi tekanan, cm^2

σ_{bi} = Kuat tekan, kg/cm^2

2. Rumus Kuat tekan beton rata – rata

$$\Sigma \sigma_{bm} = \frac{\Sigma \sigma_{bi}}{N} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

σ_{bm} = Kuat tekan beton rata - rata, kg/cm^2

$\Sigma \sigma_{bi}$ = Kuat tekan, kg/cm^2

N = Jumlah benda uji

3. Rumus deviasi standar

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

S = Deviasi standar kg/cm^2

σ_{bm} = Kuat tekan beton rata-rata, kg/cm^2

$\Sigma \sigma_{bi}$ = Kuat tekan, kg/cm^2

N = Jumlah benda uji

4. Kuat tekan tekan beton karakteristik

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,63 \times S \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan :

σ_{bk} = Kuat tekan beton karakteristik, kg/cm^2

σ_{bm} = Kuat tekan beton rata - rata, kg/cm^2

1,64 = Konstanta

S = Deviasi standar kg/cm^2

III. METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan Peralatan

Sebelum Penelitian dilakukan, perlu adanya persiapan peralatan dan bahan. Peralatan yang digunakan terdiri dari :

1. Timbangan, alat untuk menimbang benda uji, agregat halus dan kasar dengan ketelitian 0,3%.
2. Specific Gravity, alat ini digunakan untuk menentukan berat jenis agregat halus dan kasar dengan ketelitian 0,1%.
3. Talam-talam, alat untuk mengeringkan material.
4. Pan Aluminium / Cawan
5. Cetakan Beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm
6. Piknometer (Labu Ukur)
7. Mesin Penggetar
8. Centong
9. Kuas
10. Ember Plastik
11. Mistar Perata
12. Alat pengaduk campuran beton
13. Meteran
14. Bak Adukan, alat untuk tempat adukan terbuat dari plat yang datar dari bahan sejenis metal, kedap air dan mampu menahan beban adukan.
15. Oven yang dilengkapi pengatur suhu, alat

yang digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar

16. Satu set saringan / ayakan, untuk memeriksa agregat halus dan kasar.
17. Kerucut Terpancung, alat untuk mengukur kadar air pada campuran beton. Tongkat (penusuk) terbuat dari baja tahan karat gunanya adalah untuk pematat.
18. Mesin Uji Kuat Tekan, alat untuk memeriksa kuat tekan beton.

3.2. Persiapan Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini antara lain:

1. Semen Portland type I ex. Baturaja
2. Agregat halus (Pasir) ex. sungai musi
3. Agregat kasar (Split) ex. Lahat
4. Limbah pecahan tempurung kelapa
5. Air adalah air bersih yang ada di laboratorium Fakultas Teknik

3.3. Pemeriksaan Agregat

Penggunaan agregat dalam beton mencapai 70% - 75% dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kekuatan beton yang baik yang sesuai dengan yang direncanakan, maka perlu adanya pemeriksaan agregat.

3.3.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan untuk agregat halus yaitu berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan lempung dan analisa ayak.

3.3.2. Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar yaitu berat jenis dan penyerapan dan analisa ayak.

3.4. Pemeriksaan limbah cangkang kelapa sawit

Pada penelitian ini material pengganti agregat kasar yang digunakan adalah limbah cangkang kelapa sawit yang sudah pecah dengan desain pengganti agregat kasar 5%, 10%, 15%, dari berat agregat kasar.

3.5. Perencanaan Campuran Beton

Metode perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan campuran beton dengan mutu beton rencana f_c' 19,3 MPa (K.225). Dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Menentukan karakteristik kuat tekan yang disyaratkan diambil 19,3 MPa atau 225 kg/cm² pada umur 28 hari dengan jumlah cacat 5% dari banyak sample.
2. Menentukan deviasi standar (s) dengan melihat tabel.
3. Nilai tambah (margin) menggunakan rumus $= k \times s$.
4. Menghitung kekuatan rata-rata yang akan dicapai dengan menjumlahkan hasil nomor 1 + 3.
5. Menetapkan jenis semen yang digunakan adalah semen Portland type I
6. Menetapkan jenis agregat yang dipakai adalah :
 - Agregat halus : alami
 - Agregat kasar : alam / batu pecah / split
7. Faktor air semen ditentukan dengan berpedoman pada grafik kemudian disesuaikan dengan type semen yang dipakai dan kekuatan tekan yang direncanakan pada umur 28 hari.
8. Faktor air semen maksimum dapat dilihat pada tabel yang disesuaikan dengan kondisi penggunaan beton tersebut.
9. Menentukan tinggi slump dengan menyesuaikan kegunaan dari beton tersebut untuk konstruksi.
10. Ukuran kadar agregat ditentukan dari hasil analisa saringan dengan mengambil ukuran agregat maksimum lolos saringan.
11. Kadar air bebas dapat dilihat pada tabel disesuaikan dengan besarnya slump dan ukuran agregat maksimum.
12. Kadar semen tiap m³ beton dihitung dari perbandingan air dengan faktor air semen (No. 11 / No.7).
13. Kadar semen maksimum tidak ditentukan jadi dapat diabaikan.
14. Kadar semen minimum ditetapkan 352 kg/m³.
15. Susunan besar butir agregat disesuaikan dengan analisa saringan yang ditentukan.
16. Persentase agregat halus diperoleh dari perbandingan gabungan antara agregat halus dan kasar (lihat pada lampiran).
17. Berat jenis relatif agregat kering permukaan diperoleh dari perbandingan rata-rata berat jenis agregat halus dan kasar.
18. Berat jenis beton diperoleh dari grafik dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis gabungan.

19. Kadar agregat gabungan = berat jenis, beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air.
20. Kadar agregat halus persentase agregat halus (No. 16) x kadar agregat gabungan (No. 19).
21. Kadar agregat kasar kadar agregat gabungan (No. 19) dikurangi kadar agregat halus (No. 20).

Dari langkah No.1 sampai No.21, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap 1 m³ yaitu diperlukan semen sebanyak (No.2), air (No.11), pasir (No.20), koral (No.21).

Dalam perhitungan yang telah dilakukan, agregat halus dan agregat kasar dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD) maka apabila material yang ada dilapangan tidak jenuh kering permukaan harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya.

3.6. Pengujian Slump

Peralatan yang digunakan dalam pengujian slump ini adalah meteran dan Kerucut Terpancung.

Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut terpancung dan pelat dibasahi dengan kain basah.
2. Letakkan kerucut terpancung di atas pelat.
3. Isi kerucut terpancung sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan, setiap lapis berisi kira-kira 1/3 kerucut terpancung tersebut. Setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tumbukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Setelah selesai pemadatan ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama 30 detik dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar kerucut harus disingkirkan.
5. Kemudian angkat kerucut secara perlahan-lahan keatas secara tegak lurus.
6. Ukur slump yang terjadi dengan menentukan penurunan benda uji terhadap puncak kerucut terpancung.

Perhitungan : Besar Slump = Tinggi Penurunan Benda Uji

3.7. Pengujian Berat Isi Beton

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Basahi takaran volume campuran beton segar dengan air
2. Tuangkan campuran beton segar ke dalam takaran tersebut sampai penuh dalam 3 lapisan, tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi takaran tersebut. Setiap lapis dipadatkan dengan 25 tumbukkan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapis.
3. Bersihkan bibir takaran dari campuran beton yang menempel, kemudian timbang.
4. Buang campuran beton segar dari takaran kemudian dibersihkan.
5. Timbang takaran dalam keadaan kosong.

Perhitungan :

Berat Beton Segar + Berat Takaran berisi Beton Segar – Berat Takaran (silinder)

Volume takaran = Volume silinder

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot t$$

$$\text{Berat isi Beton Segar} = \frac{\text{Berat beton segar (kg)}}{\text{Volume takaran (silinder) m}^3}$$

3.8. Pembuatan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji ini terdiri dari :

- a. Timbangan
- b. Pan aluminium / cawan
- c. Cetakan beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm
- d. Sendok spesi
- e. Ember plastik
- f. Bak adukan

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung proporsi bahan campuran sesuai dengan mix design.
2. Menyiapkan masing-masing bahan campuran sesuai berat proporsi.
3. Masukkan semen dan agregat ke dalam bak aduk kemudian aduk hingga tercampur rata.
4. Masukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diaduk sampai keseluruhan air yang telah dihitung habis.
5. Pengadukan dilakukan sampai adukan beton homogen.
6. Adukan beton dimasukkan kedalam cetakan beton sampai penuh sambil dipadatkan lalu ratakan dengan centong, kemudian tulis tanggal pembuatannya.

3.9. Perawatan benda uji

Setelah benda uji mengeras atau beton tersebut berumur 1 x 24 jam, beton dibuka dari cetakan. Pada saat membuka cetakan usahakan tidak ada getaran yang dapat mengganggu proses pengerasan dan pengikatan beton. Setelah beton dibuka dari cetakan kemudian beton-beton itu mendapatkan perawatan sederhana.

Beton mendapatkan perawatan ala kadarnya dengan rincian sebagai berikut :

- Umur beton 7 hari, perawatan selama 3 hari;
- Umur beton 14 hari, perawatan selama 7 hari;
- Umur beton 21 hari, perawatan selama 10 hari;
- Umur beton 28 hari, perawatan selama 14 hari;

Adapun cara perawatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menaruh karung goni basah di atas beton segar (perawatan sederhana). Fungsi perawatan ini adalah untuk mengisi rongga-rongga yang ada pada beton, air bereaksi dengan semen sehingga semua rongga/pori terisi benar oleh adukan maka reaksi dari semen dan air akan menutup pori tersebut. Dengan perawatan ini maka diharapkan kekuatan yang ditargetkan dapat dicapai. Selama perawatan harus dijaga agar jangan sampai beton mengalami getaran/gangguan karena dapat mengganggu pengerasan.

3.10. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton mengalami masa perendaman atau pemeliharaan, jika sudah mencapai umur yang direncanakan maka beton tersebut harus diangkat dari perendaman. Setelah itu kubus beton dikeringkan dari air kemudian ditimbang untuk mengetahui berat isi dari beton keras, kemudian setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton yang telah mencapai umur yang direncanakan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan yang dicapai beton tersebut pada umur tertentu apakah hasilnya sesuai dengan yang direncanakan sesuai dengan proporsi yang dicampurkan. Pengujian kuat tekan dilakukan sampai beton tersebut tidak mampu lagi memikul beban yang diberikan oleh mesin penguji kuat tekan. Jika

sudah didapat hasil dari pengujian kuat tekan maka langkah selanjutnya tinggal menganalisis beberapa kuat tekan yang didapat dari proporsi yang direncanakan.

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = luas permukaan benda uji (mm²)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan berskala laboratorium yang dilakukan untuk agregat halus meliputi berat isi gembur dan berat isi padat, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan kadar air, agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai musi. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, didapat data – data sebagai berikut :

Tabel 4.1. Data-Data Pasir

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,091 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,427
4	Berat jenis kering	2,362
5	Penyerapan	2,775 %
6	Kadar Lumpur	0,807 %
7	Kadar Air	7,13 %
8	Gradasi Butiran	Zona 4
9	Modulus Kehalusan	3,861

4.2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan berskala laboratorium yang dilakukan untuk agregat Kasar meliputi kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur, berat isi padat, analisa saringan. agregat kasar yang digunakan adalah koral merak. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, didapat data – data sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data-Data Korral

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,37 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,55 kg / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,377
4	Berat jenis kering	2,326
5	Penyerapan	2,154 %
6	Kadar Lumpur	3,297 %
7	Kadar Air	3,702 %
8	Modulus Kehalusan	8,77

4.3. Koreksi Campuran Beton Normal

Tabel 4.3. koreksi campuran

Uraian	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Korral (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Total
Bahan campuran untuk 1m ³ beton	371	698	1047	215	2.331
Kadar air (%)	-	-	-	-	-
Penyerapan agregat (%)	-	-	-	-	-
Air bebas agregat (%)	-	-	-	-	-
Air bebas × bebas agregat (kg)	-	-	-	-	-
Total					2.331

4.4. Hasil pengujian slump beton

Adapun hasil pengujian slump beton dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut :

Tabel 4.4. Nilai pengujian slump

Beton	Nilai slump (cm)
Normal	10,7
Pengganti Agregat Kasar 5 %	9,7
Pengganti Agregat Kasar 10 %	8,3
Pengganti Agregat Kasar 15 %	8



Grafik 4.1. Pengujian Slump

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan material limbah cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti agregat kasar 5%, 10%, 15% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5. Rekapitulasi kuat tekan beton

Kuat tarik belah beton rata-rata	Umur hari	Variasi			
		Normal	Pengganti Agregat Kasar 5 %	Pengganti Agregat Kasar 10 %	Pengganti Agregat Kasar 15 %
	7	181,91	157,00	118,51	104,92
	14	199,27	180,40	133,60	117,00
	21	218,90	207,57	148,70	141,15
	28	231,73	217,39	164,55	153,98

Grafik 4.6. Kuat Tekan Beton Umur 7, 14, 21, dan 28 hari



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dan dari hasil yang telah dicapai, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur 28 hari didapat kuat tekan 231,73 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah

- cangkang kelapa sawit atau material pengganti agregat kasar 5% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 217,39 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah cangkang kelapa sawit atau material pengganti agregat kasar 10% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 164,55 kg/cm².
 - Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah cangkang kelapa sawit atau material pengganti agregat kasar 15% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 153,98 kg/cm².

- [7] Anonim, 1991. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton*. SK SNI., 1992. *Pedoman Percobaan Laboratorium Beton*. Departemen Pekerjaan Umum.
- [8] SK SNI M - 26 - 1990 - F, “*Metode Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [9] SK SNI T - 15 - 1990 - 03, “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*”, Dep PU, Bandung. 1990

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis mempunyai saran yang mungkin dapat berguna bagi peneliti selanjutnya, yaitu :

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi persentase pengganti agregat kasar yang berbeda dan pengujian umur beton lebih dari 28 hari.
- Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gusni Vitri., Hazmal Herman., *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton*. Jurnal Teknik Sipil ITP, Vol.6 No.2 Juli 2019. P-ISSN 2354-8452, E-ISSN 2614-414X
- [2] Serwinda., Arifal Hidayat., Pada Limba., *Pemanfaatan Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton $f'c$ 25 MPa*. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian
- [3] SNI 03 - 2834-2000 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30
- [4] Ir. Tri Mulyono, MT. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Andi
- [5] Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- [6] SNI 03 - 1974 - 1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30